

REG. PCT/JP

13 JUL 2005

10/54232.1

PCT/JP 2004/005861

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

23. 4. 2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 5 月 9 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 1 3 1 7 8 7
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 3 - 1 3 1 7 8 7]

REC'D 01 JUL 2004

WIPO

PCT

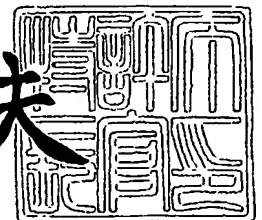
出 願 人 本 田 技 研 工 業 株 式 会 社
Applicant(s):

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年 6 月 3 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 0 4 7 7 1 8

【書類名】 特許願

【整理番号】 PH3953T

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 F02G 5/00
F02G 1/045
F01N 5/02

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県和光市中央 1 丁目 4 番 1 号 株式会社本田技術研
究所内

【氏名】 森 正芳

【特許出願人】

【識別番号】 000005326

【氏名又は名称】 本田技研工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100067840

【弁理士】

【氏名又は名称】 江原 望

【選任した代理人】

【識別番号】 100098176

【弁理士】

【氏名又は名称】 中村 訓

【選任した代理人】

【識別番号】 100112298

【弁理士】

【氏名又は名称】 小田 光春

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 044624

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 燃焼機関およびスターリング機関を備える動力装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 駆動対象の原動機としての燃焼機関と、補機と、電動機と、発電機を駆動するスターリング機関とを備える動力装置において、

前記スターリング機関の作動ガスを加熱する高温熱源は前記燃焼機関の廃熱であり、前記発電機で発生した電力は、前記電動機および前記電動機に給電可能なバッテリーに供給され、前記補機は前記電動機により駆動されることを特徴とする動力装置。

【請求項 2】 前記スターリング機関の機関回転速度を、前記スターリング機関の最大軸出力またはほぼ最大軸出力が得られる最適回転速度に設定する回転速度制御手段を備えることを特徴とする請求項 1 記載の動力装置。

【請求項 3】 前記補機は複数である所定数備えられて補機群を構成し、前記補機群は、クラッチを有する伝動機構を介して前記燃焼機関の出力軸に連結され、前記クラッチの接続および非接続により、前記各補機が前記燃焼機関および前記電動機により択一的に駆動されると共に、前記電動機により駆動される前記補機の数を変更されることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 記載の動力装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、動力源としての燃焼機関と、該燃焼機関の廃熱を加熱源とするスターリング機関と、補機とを備える動力装置に関し、さらに詳細には、スターリング機関により駆動される発電機で発生した電力が、補機の駆動に利用される動力装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、発電機を駆動するスターリング機関として、特許文献 1，2 に開示されたものが知られている。特許文献 1 記載のスターリング熱機関は、ヒートポンプ

の冷媒圧縮機を駆動すると共に、さらに発電機も駆動する。発電機は、空調負荷や外気条件が変化してスターリング熱機関の回転数が変化したときに、界磁調節器によりその界磁が調整されて、スターリング熱機関の回転数を制御する。これにより、ヒートポンプ負荷の増減が電気負荷により補われて、スターリング熱機関の負荷が一定に保たれる。

【 0 0 0 3 】

また、特許文献 2 記載のスターリングエンジンは、自動車の動力源である内燃機関の排気系に設けられる排気浄化用の触媒コンバータの反応熱を熱源とする。そして、スターリングエンジンから取り出された機械的エネルギーは、発電機その他の自動車用補機を駆動するために利用される。

【 0 0 0 4 】

【特許文献 1】

特開昭 6 4 - 7 5 8 6 5 号公報

【特許文献 2】

特開 2 0 0 2 - 2 6 6 7 0 1 号公報

【 0 0 0 5 】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、特許文献 1 記載のスターリング熱機関では、作動ガスの加熱源は、スターリング熱機関に設けられた燃焼器で発生する燃焼ガスの熱であると考えられるが、スターリング熱機関が発生する軸出力を利用して、燃焼ガスを発生する燃焼器の燃料消費量を減少させることは考慮されていない。一方、特許文献 2 記載のスターリングエンジンでは、触媒コンバータが加熱器として利用されており、触媒コンバータは内燃機関の排気ガスの熱および反応熱により加熱される。そして、自動車用補機は、スターリングエンジンが発生する軸出力により駆動されて、内燃機関により駆動されないで、その分、内燃機関の燃料消費量を減少させることができ、走行燃費が改善される。しかしながら、排気ガスの温度が低くて、触媒コンバータが活性状態になるまで加熱されていない場合などで、スターリングエンジンの軸出力が小さいときには、補機がその機能を十分に果たす状態で駆動されないことがある。

【0006】

また、特許文献1記載のスターリング熱機関では、発電機の負荷調整によるスターリング熱機関の回転数制御は、冷媒圧縮機を駆動するスターリング熱機関の負荷を一定に保つために、しかもスターリング熱機関の熱効率が最大となるように行われる。しかしながら、熱効率が最大となる回転数は、軸出力が最大となる回転数とは一致せず、通常、熱効率が最大となるときの回転数での軸出力は、最大軸出力よりも小さい。そのため、発電機の発電能力を高い状態に保つことができず、十分な発電量が得られなかった。

【0007】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、請求項1～3記載の発明は、スターリング機関の高温熱源となる廃熱を放出する原動機としての燃焼機関の燃料消費量の減少を図ると共に、スターリング機関の軸出力が小さいときにも補機が十分な機能を発揮できる程度に駆動されることを確保することを目的とする。そして、請求項2記載の発明は、さらに、廃熱の熱エネルギーを最大限に回収すると共に、燃焼機関の燃料消費量を一層減少させることを目的とし、請求項3記載の発明は、さらに、発電機の電力およびバッテリーの電力が補機を駆動するには十分でない場合にも、補機を確実に駆動することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段および発明の効果】

請求項1記載の発明は、駆動対象の原動機としての燃焼機関と、補機と、電動機と、発電機を駆動するスターリング機関とを備える動力装置において、前記スターリング機関の作動ガスを加熱する高温熱源は前記燃焼機関の廃熱であり、前記発電機で発生した電力は、前記電動機および前記電動機に給電可能なバッテリーに供給され、前記補機は前記電動機により駆動される動力装置である。

【0009】

これによれば、廃熱の熱エネルギーが十分に大きくて、スターリング機関により駆動される発電機で補機を駆動するのに十分な電力が得られるときには、補機は、電動機により駆動されて、燃焼機関により駆動される必要がないので、その分、駆動対象の原動機としての燃焼機関の燃料消費量が減少する。また、廃熱の熱

エネルギーが小さいために、スターリング機関の軸出力が小さくて、発電機により補機を駆動するのに十分な電力が得られないときには、発電機の電力により充電されたバッテリーからの電力により補機を駆動することができる。

【0010】

この結果、請求項1記載の発明によれば、次の効果が奏される。すなわち、燃烧機関の廃熱を高温熱源とするスターリング機関で駆動される発電機から得られる電力により補機が駆動されるので、燃烧機関の燃料消費量が減少すると共に、発電機により補機を駆動するのに十分な電力が得られないときには、バッテリーからの電力により補機が駆動されるので、スターリング機関の軸出力が小さいときにも、補機が十分な機能を発揮できる程度に駆動されることが確保される。

【0011】

請求項2記載の発明は、請求項1記載の動力装置において、前記スターリング機関の機関回転速度を、前記スターリング機関の最大軸出力またはほぼ最大軸出力が得られる最適回転速度に設定する回転速度制御手段を備えるものである。

【0012】

これによれば、廃熱の熱エネルギー状態に応じて、スターリング機関の軸出力特性が変化する場合にも、スターリング機関の機関回転速度は、軸出力特性において最大軸出力が得られる最適回転速度に設定されるので、発電機は最大軸出力またはほぼ最大軸出力で駆動されて、発電機から最大またはほぼ最大の電力が得られる。

【0013】

この結果、請求項2記載の発明によれば、請求項1記載の発明の効果に加えて、次の効果が奏される。すなわち、発電機は最大軸出力またはほぼ最大軸出力で駆動され、発電機から最大またはほぼ最大の電力が得られるので、廃熱の熱エネルギー回収が最大限行われると共に、十分な発電量により補機が電動機で駆動される頻度が高められるので、燃烧機関の燃料消費量を一層減少させることができる。

【0014】

請求項3記載の発明は、請求項1または請求項2記載の動力装置において、前

記補機は複数である所定数備えられて補機群を構成し、前記補機群は、クラッチを有する伝動機構を介して前記燃焼機関の出力軸に連結され、前記クラッチの接続および非接続により、前記各補機が前記燃焼機関および前記電動機により択一的に駆動されると共に、前記電動機により駆動される前記補機の数が変更されるものである。

【0015】

これによれば、補機群を構成する所定数の補機のうち、発電機の発電量が全ての補機を電動機で駆動するには十分でないときにも、発電機で得られる電力に応じて、電動機により駆動される補機の数を変更することで、電動機により補機が駆動されるので、その分、燃焼機関の燃料消費量が減少する。また、廃熱の熱エネルギーが小さいために、スターリング機関の軸出力が小さくて発電機から十分な電力が得られず、しかもバッテリーの電力も補機を駆動するには十分でないときには、燃焼機関により補機が駆動される。

【0016】

この結果、請求項3記載の発明によれば、引用された請求項記載の発明の効果に加えて、次の効果が奏される。すなわち、動力装置の補機が複数個ある場合にも、発電機での発電量に応じて可能な限り電動機で補機が駆動されるので、燃焼機関の燃料消費量を減少させることができる。また、発電機およびバッテリーから得られる電力が補機を駆動するには十分でない場合にも、燃焼機関により補機が確実に駆動される。

【0017】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施例を図1ないし図4を参照して説明する。

図1を参照すると、本発明が適用された動力装置は、燃焼機関としての水冷式の多気筒内燃機関1と、複数である所定数の補機と、電動機2と、発電機3と、発電機3を駆動するスターリング機関4と、バッテリー5と、制御装置（以下、「ECU」という。）40を有する制御システムとを備える。そして、前記動力装置は車両に搭載され、内燃機関1は、駆動対象である前記車両を駆動する原動機を構成する。

【0018】

内燃機関 1 は、各シリンダ内に往復動可能に嵌合されたピストンと、燃料供給装置である燃料噴射弁から供給された燃料がスロットル弁を有する吸気装置から燃焼室に吸入された吸入空気により燃焼して発生する燃焼ガスの圧力で駆動される前記ピストンにより回転駆動されるクランク軸 1a とを備える。クランク軸 1a の動力は、変速機を含む動力伝達装置を介して前記車両の駆動輪に伝達されて、前記車両が駆動される。

【0019】

また、前記燃焼室から排出された燃焼ガスは、排気ガスとして、排気浄化装置である触媒装置を有する排気装置に導かれ、該触媒装置により無害化された後に、スターリング機関 4 の加熱器 27₁、27₂ に供給されて、加熱器 27₁、27₂ から流出した後、大気中に放出される。

【0020】

補機群 A を構成する前記所定数の補機は、空気調和機用のコンプレッサ 6、パワーステアリング用のパワステポンプ 7、内燃機関 1 を冷却する冷却回路に設けられて冷却水を循環させるウォータポンプ 8、および内燃機関 1 の潤滑箇所へ潤滑油を供給するオイルポンプ 9 の 4 つの補機である。また、発電機 3 による発電が不可能となるような非常時に、必要最小限の電力を発生する補助発電機 16 が設けられる。

【0021】

補機群 A は、クラッチ 10、13 を有する伝動機構 T を介して、出力軸としてのクランク軸 1a に駆動連結され、コンプレッサ 6、3 つのポンプ 7～9 および補助発電機 16 は、それぞれ内燃機関 1 により回転駆動され得る。伝動機構 T は、クランク軸 1a とコンプレッサ 6 の回転軸 6a と補助発電機 16 の回転軸 16a とを駆動連結する第 1 伝動機構 T₁ と、電動機 2 の回転軸 2a とパワステポンプ 7 の回転軸 7a、ウォータポンプ 8 の回転軸 8a およびオイルポンプ 9 の回転軸とを駆動連結する第 2 伝動機構 T₂ と、電動機 2 の回転軸 2a とコンプレッサ 6 の回転軸 6a との間に設けられた電磁クラッチからなるクラッチ 10 とから構成される。

【0022】

第1伝動機構 T_1 は、クランク軸1aと回転軸6aと回転軸16aとを駆動連結すべくクランク軸1aと被動軸11と回転軸16aとの間に掛け渡された伝動ベルト12aを含む伝達機構12と、クランク軸1aから伝達機構12を経て回転軸6aに至る動力伝達系路中に、ここでは被動軸11と回転軸6aとの間に設けられる電磁クラッチからなるクラッチ13とを備える。また、第2伝動機構 T_2 は、回転軸2aと回転軸7a、回転軸8aおよびオイルポンプ9の回転軸とを駆動連結すべく回転軸2aと回転軸7aと回転軸8aとに掛け渡された伝動ベルト14aを含む伝達機構14を備える。ここで、ウォーターポンプ8およびオイルポンプ9は、共通の回転軸を有するが、別体の回転軸が同軸に結合された回転軸を有するものであってもよい。また、補助発電機16による発電が不要な場合に、クランク軸1aによる補助発電機16の回転駆動を停止するため、ECU40によりその接続状態が制御される電磁クラッチからなるクラッチ17が回転軸16aに設けられる。

【0023】

電動機2は、発電機3およびバッテリー5から供給される電力により駆動されて、コンプレッサ6および各ポンプ7～9を回転駆動可能である。さらに、電動機2は、例えば内燃機関1がアイドルストップ状態から運転状態への復帰時に、バッテリー5からの給電により、コンプレッサ6および第1伝動機構 T_1 を介してクランク軸1aを回転駆動して、内燃機関1を再始動させることができる。

【0024】

両クラッチ10, 13は、前記アイドルストップ状態を含む内燃機関1の運転状態、発電機3の発電量およびバッテリー5の充電状態に応じて、動力を伝達する接続状態および動力の伝達を遮断する非接続状態となるように、ECU40により制御される。そして、これらクラッチ10, 13の接続状態および非接続状態に応じて、コンプレッサ6および各ポンプ7～9が、内燃機関1および電動機2により択一的に駆動されると共に、電動機2により駆動される前記補機の数が変更される。

【0025】

具体的には、両クラッチ10, 13が接続状態のとき、補機群Aは、補機群Aの全ての前記補機であるコンプレッサ6および各ポンプ7～9がクランク軸1aにより駆動される第1駆動形態をとる。このとき、電動機2は駆動力を発生することな

く、単に回転するだけである。また、クラッチ13が接続状態で、クラッチ10が非接続状態のとき、補機群Aは、補機群Aのうちコンプレッサ6のみがクランク軸1aにより駆動され、各ポンプ7～9が電動機2により駆動される第2駆動形態をとる。さらに、クラッチ13が非接続状態で、クラッチ10が接続状態のとき、補機群Aは、補機群Aの全ての前記補機であるコンプレッサ6および各ポンプ7～9が電動機2により駆動される第3駆動形態をとる。

【0026】

そして、前記車両の走行および内燃機関1の運転に必須の補機である各ポンプ7～9は、第2伝動機構T₂により互いに常時連動して駆動および停止されるようにされて、発電機3での発電量が比較的少ない場合にも、補機群Aのうちこれらポンプ7～9のみが電動機2により駆動されるように構成される。

【0027】

また、コンプレッサ6は、補機群Aのうちで負荷が最も大きく、しかもその使用頻度が各ポンプ7～9に比べて低い補機であることから、3つのポンプ7～9から独立して内燃機関1により駆動され得るように構成されている。

【0028】

図2を参照すると、スターリング機関4は、2つのスターリング機関である第1機関20₁および第2機関20₂を組み合わせた2段式スターリング機関であり、2つのシリンダ21₁, 21₂と、両シリンダ21₁, 21₂と一体化されてクランク軸26が収容されるクランク室23を形成するクランクケース22と、各シリンダ21₁, 21₂内に同軸に配置されて往復動可能に嵌合されたディスプレイサピストン24₁, 24₂およびパワーピストン25₁, 25₂と、ディスプレイサピストン24₁, 24₂およびパワーピストン25₁, 25₂に連結されて、パワーピストン25₁, 25₂により回転駆動されるクランク軸26と、各機関20₁, 20₂に属する加熱器27₁, 27₂、再生器28₁, 28₂および冷却器29₁, 29₂とを備える。

【0029】

各機関20₁, 20₂において、シリンダ21₁, 21₂内で、シリンダ21₁, 21₂とディスプレイサピストン24₁, 24₂との間に形成される可変容積空間である高温空間30₁, 30₂と、ディスプレイサピストン24₁, 24₂とパワーピストン25₁,

25₂との間に形成される可変容積空間である低温空間31₁, 31₂とは、加熱器27₁, 27₂、再生器28₁, 28₂および冷却器29₁, 29₂にそれぞれ形成されるの流路を介して常時連通状態にある。そして、高温空間30₁, 30₂、低温空間31₁, 31₂および前記流路には、作動ガスとしての高圧のヘリウムガスが封入されている。

【0030】

また、充填ガスである高圧のヘリウムガスが封入されているクランク室23内において、ディスプレイサピストン24₁, 24₂およびパワーピストン25₁, 25₂が、それぞれ往復運動および回転運動の相互の運動変換機構、例えばスコッチヨーク機構を介してクランク軸26に連結される。これら運動変換機構により、パワーピストン25₁, 25₂の、シリンダ軸線に平行な往復運動が、クランク軸26の回転運動に変換され、クランク軸26の回転運動が、ディスプレイサピストン24₁, 24₂の、シリンダ軸線に平行な往復運動に変換される。

【0031】

図3を併せて参照すると、高温熱源である内燃機関1の廃熱により作動ガスを加熱する加熱器27₁, 27₂には、内燃機関1の前記排気装置からの排気ガスが供給管32を通じて供給される。この実施例では、排気ガスは、供給管32を流通して第1機関20₁の加熱器27₁に流入した後、加熱器27₁から第2機関20₂の加熱器27₂に流入し、排出管33を経て大気中に放出される。そして、各加熱器27₁, 27₂において、高温空間30₁, 30₂と再生器28₁, 28₂とを連通させる前記流路を形成する加熱管が加熱流体としての排気ガスにより加熱されて、作動ガスが加熱される。

【0032】

一方、低温熱源により作動ガスを冷却する両冷却器29₁, 29₂には、前記冷却回路に設けられたラジエータで放熱して低温となった冷却水が、ウォーターポンプ8の吐出側から供給管34を通じて供給され、排出管35を経てラジエータに向かって流出する。そして、各冷却器29₁, 29₂において、低温空間31₁, 31₂と再生器28₁, 28₂とを連通させる前記流路を形成する冷却管が冷却流体としての冷却水により冷却されて、作動ガスが冷却される。

【0033】

第1, 第2機関20₁, 20₂において、ディスプレイサピストン24₁, 24₂は、パワーピストン25₁, 25₂に対してほぼ90°進んだ位相で往復運動し、また両ディスプレイサピストン24₁, 24₂の間には180°の位相差が設定されている。これにより、各機関20₁, 20₂において、ディスプレイサピストン24₁, 24₂およびパワーピストン25₁, 25₂による高温空間30₁, 30₂および低温空間31₁, 31₂の容積変化に応じて、作動ガスが、加熱器27₁, 27₂、再生器28₁, 28₂および冷却器29₁, 29₂を通過して高温空間30₁, 30₂と低温空間31₁, 31₂との間で流動する。そして、高温空間30₁, 30₂の容積が大きくなる時、両空間30₁, 31₁; 30₂, 31₂内での作動ガスの圧力が増加し、この高圧となった作動ガスの圧力によりパワーピストン25₁, 25₂が駆動されて、クランク軸26が回転駆動される。

【0034】

図2を参照すると、クランク室23内には、出力軸としてのクランク軸26により回転駆動される発電機3が収容される。クランク軸26は、分割された第1機関20₁側のクランク軸部分26₁および第2機関20₂側のクランク軸部分26₂から構成され、両クランク軸部分26₁, 26₂の間に発電機3が配置される。そして、発電機3の回転軸3aが、その両端でそれぞれ両クランク軸部分26₁, 26₂に連結されることにより、両クランク軸部分26₁, 26₂が発電機3を介して駆動連結される。

【0035】

図1を参照すると、発電機3で発生した電力は、電動機2を駆動するための電力およびバッテリー5を充電するための電力として使用される。バッテリー5は、内燃機関1および前記車両の全ての電装品、例えばヘッドライトやブレーキランプなどのライト装置、オーディオビジュアル装置、ナビゲーション装置などの表示装置、通信装置に給電可能である。そして、電圧調整器やインバータなどを備える制御器14は、ECU40により制御されて、発電機3で発生した電力の電動機2への供給、発電機3で発生した電力によるバッテリー5への充電、およびバッテリー5から電動機2および前記電装品への給電を制御する。

【0036】

また、発電機3には、発電機3の負荷を制御する負荷制御手段としての界磁調整器15が設けられており、この界磁調整器15により界磁電流が調整されて発電機3の負荷が制御される。

【0037】

ところで、スターリング機関4の軸出力特性は、内燃機関1の運転状態に応じて変化する。実質的に、冷却水の温度変化に比べて大幅に変化する排気ガスの熱エネルギーに支配される。また、排気ガスの特定の熱エネルギー状態に対応するスターリング機関4の運転状態での軸出力特性において、最大軸出力が得られるスターリング機関4の機関回転速度は、運転状態に対応する軸出力特性が異なる時、異なる値になる。そこで、排気ガスの熱エネルギーを最大限回収する観点からは、軸出力特性が変化する場合にも、その軸出力特性における最大軸出力で発電機3を駆動し、発電機3の発電量を最大にすることが好ましい。

【0038】

そこで、ECU40は、内燃機関1の運転状態、特にスターリング機関4に供給される排気ガスの熱エネルギー状態に基づいて、スターリング機関4の機関回転速度を、最大軸出力が得られる最適回転速度に設定する。そのために、ECU40は、界磁調整器15を制御することにより発電機3の負荷を制御し、これによって機関回転速度を制御する。それゆえ、界磁調整器15は回転速度制御手段でもある。

【0039】

以下、図1、図4を参照して、ECU40によるスターリング機関4の出力制御およびクラッチ10、13の制御を中心に説明する。

【0040】

図1を参照すると、前記制御システムは、中央演算処理装置（以下、「CPU」という。）を有するECU40のほかに、スターリング機関4の機関回転速度Nをクランク軸26の回転に基づいて検出する回転速度センサ41、発電機3の発電量を検出する発電量センサ42、バッテリー5の電圧を検出する電圧センサ43、加熱器27₁（図3参照）の入口での排気ガスの温度を検出する温度センサ44、冷却器29

1, 29₂ (図3参照) の入口での冷却水の温度を検出する温度センサ45、および内燃機関1の運転状態センサを備える。

【0041】

前記運転状態センサは、内燃機関1の機関回転速度を検出する回転速度センサ46、前記吸気装置での吸入空気量を検出するエアフローセンサ47、スロットル弁の開度により内燃機関1の負荷を検出する負荷センサ48、内燃機関1の機関温度を検出する機関温度センサ49、大気温度を検出する大気温度センサ50などから構成される。

【0042】

また、ECU40のメモリには、界磁調整器15、クラッチ10, 13、制御器14、前記燃料噴射弁などを制御するための制御プログラムや各種マップが記憶されている。そして、ECU40には、前記各種センサ41~50から検出された信号が入力され、それら信号に基づいてCPUにより演算および処理が行われ、界磁調整器15、クラッチ10, 13、制御器14、前記燃料噴射弁などを制御する信号を出力する。

【0043】

ここで、スターリング機関4の軸出力特性を示す図4を参照する。曲線C1~C5は、内燃機関1が定常状態で運転されて、かつ前記車両が車速V1~V5でそれぞれ定速走行しているときのスターリング機関4の軸出力特性を示している。ここで、車速は、V1, V2, V3, V4, V5の順で大きくなっている。

【0044】

また、車速が増加するにつれて、内燃機関1の負荷が大きくなるため、第1機関20₁の加熱器27₁の入口での排気ガスの入口温度が高くなり、加熱器27₁の入口での排気ガスの質量流量が大きくなって、排気ガスの、熱エネルギーが増加する。なお、図4の軸出力特性は、冷却器29₁, 29₂に供給される冷却水の温度が各車速で同じとした場合のものである。

【0045】

このことから、加熱器27₁, 27₂に供給される排気ガスの熱エネルギーが増加するにつれて、同じ機関回転速度Nで得られる軸出力Lおよび各軸出力特性における最大軸出力は増加すると共に、最大軸出力が得られる最適回転速度No₁~No₅

も増加することが判る。また、内燃機関 1 の暖機後においては、内燃機関 1 を冷却して昇温した冷却水は前記ラジエータで放熱することから、ウォーターポンプ 8 から各冷却器 29₁, 29₂ に供給される冷却水の温度はほぼ一定に保たれる。

【0046】

そこで、前記動力装置では、ECU40により、最大軸出力またはほぼ最大軸出力が得られる機関回転速度Nである最適回転速度が、次のようにして設定される。

【0047】

先ず、第 1 機関 20₁ の加熱器 27₁ の入口における排気ガスの熱エネルギー状態を示す状態量として、前記入口温度および前記質量流量が求められる。前記入口温度は、排気ガスの温度を検出する温度検出手段または排気ガスの温度を算出する温度算出手段により得られる。一方、前記質量流量は質量流量算出手段により算出される。そして、前記温度検出手段または前記温度算出手段と、前記質量流量算出手段とにより、排気ガスの熱エネルギー状態を算出する熱エネルギー算出手段が構成される。

【0048】

ここで、前記温度検出手段は、排気ガスの温度を検出する温度センサにより構成される。また、前記温度算出手段は、吸入空気量、前記燃料噴射弁からの燃料供給量および内燃機関 1 の機関回転速度をパラメータとして排気ガスの温度が設定された温度マップから、エアフローセンサ 47 により検出された吸入空気量および ECU40 により算出された前記燃料供給量に基づいて排気ガスの温度を検索し、得られた温度を大気温度センサ 50 で検出された大気温度などで補正する ECU40 での演算および処理により構成される。さらに、前記質量流量算出手段は、例えば、エアフローセンサ 47 により検出された吸入空気量に前記燃料供給量を加算する ECU40 での演算および処理により構成される。

【0049】

次いで、前記入口温度および前記質量流量をパラメータとして、実験などから最大軸出力が得られた機関回転速度Nである設定回転速度が設定されている回転速度マップから、検出または算出された前記入口温度および前記質量流量に基づ

いて前記設定回転速度が検索される。そして、得られた前記設定回転速度に対して、軸出力 L に関与する要因を考慮した補正が行われて、スターリング機関4の最大軸出力またはほぼ最大軸出力が得られる前記最適回転速度が求められる。ここで、例えば、冷却器29₁, 29₂に供給される冷却水の温度により前記設定回転速度が補正される場合は、冷却水の温度をパラメータとして補正係数が設定されたマップから、冷却水の温度に対応した補正係数が検索され、該補正係数で前記設定回転速度が補正される。

【0050】

そして、ECU40は、機関回転速度 N が前記最適回転速度となるように、発電機3の負荷を制御すべく界磁調整器15を制御する。このとき、界磁調整器15の制御量は、該制御量と前記最適回転速度との対応を規定するマップに基づいて決定されてもよいし、機関回転速度 N を検出して、検出された機関回転速度 N が前記最適回転速度になるようフィードバック制御により決定されてもよい。

【0051】

このようにして、発電機3は、最大軸出力またはほぼ最大軸出力が得られる前記最適回転速度で回転するクランク軸26により駆動されるので、発電機3からは、スターリング機関4の軸出力特性に対応して、最大またはほぼ最大の発電量が得られる。

【0052】

次に、図1を参照して、発電量センサ42の検出結果に基づいて、ECU40によるクラッチ10, 13の制御について説明する。

【0053】

内燃機関1が低負荷運転域にあって、3つのポンプ7~9および補機群Aの全ての前記補機であるコンプレッサ6および各ポンプ7~9を電動機2で駆動するのに十分な電力が発電機3により得られていないと判断されたときには、ECU40は、クラッチ10, 13を接続状態にして、補機群Aを前記第1駆動形態で駆動する。

【0054】

また、内燃機関1が中負荷運転域にあって、補機群Aの全ての前記補機である

コンプレッサ6および各ポンプ7～9を電動機2で駆動するには不足するが、3つのポンプ7～9を駆動することが可能な電力が発電機3により得られていると判断されたときには、ECU40は、クラッチ10を非接続状態にし、クラッチ13を接続状態にして、補機群Aを前記第2駆動形態で駆動する。

【0055】

さらに、内燃機関1が高負荷運転域にあって、補機群Aの全ての前記補機であるコンプレッサ6および各ポンプ7～9を電動機2で駆動することが可能な電力が発電機3により得られていると判断されたときには、ECU40は、クラッチ10、13を非接続状態にして、補機群Aを前記第3駆動形態で駆動する。さらには、両クラッチ10、13が接続状態にされて、クランク軸1aを電動機2で駆動することにより、内燃機関1の動力をアシストすることもできる。

【0056】

そして、発電量が前記第3駆動形態で補機群Aを駆動するには不足する場合において、電圧センサ43の検出結果に基づいて、バッテリー5の充電量が十分であるときは、バッテリー5からの給電により、前記第2駆動形態または前記第3駆動形態で補機群Aが駆動される。さらに、バッテリー5の充電量が十分であるときは、バッテリー5からの給電により、前記第1駆動形態で補機群Aが駆動されることも可能である。

【0057】

また、電圧センサ43により検出されるバッテリー5の電圧が、充電を要する最低電圧まで低下したときは、ECU40は、発電量に余裕があれば、電動機2への給電と並行してバッテリー5の充電を行い、発電量に余裕がないときは、バッテリー5の充電を優先して、電動機2への給電を停止する。この場合には、ECU40は、電動機2で駆動されていた前記補機が内燃機関1により駆動されるように、クラッチ10、13の少なくとも一方を接続状態にする。

【0058】

次に、前述のように構成された実施例の作用および効果について説明する。

前記動力装置において、スターリング機関4の高温熱源は内燃機関1の排気ガスの熱であり、発電機3で発生した電力は、補機群Aを駆動する電動機2および

バッテリー 5 に供給されることにより、排気ガスの熱エネルギーが十分に大きくて、スターリング機関 4 により駆動される発電機 3 でコンプレッサ 6 およびポンプ 7 ～ 9 またはそれらの一部を駆動するのに十分な電力が得られるときには、コンプレッサ 6 およびポンプ 7 ～ 9 は、電動機 2 により駆動されて、内燃機関 1 により駆動される必要がないので、その分、前記車両の原動機としての内燃機関 1 の燃料消費量が減少して、走行燃費が改善される。また、排気ガスの熱エネルギーが小さいために、スターリング機関 4 の軸出力 L が小さくて、発電機 3 によりコンプレッサ 6 およびポンプ 7 ～ 9 を駆動するのに十分な電力が得られないときには、発電機 3 の電力により充電されたバッテリー 5 からの電力によりコンプレッサ 6 およびポンプ 7 ～ 9 またはそれらの一部を駆動することができるので、スターリング機関 4 の軸出力 L が小さいときにも、コンプレッサ 6 およびポンプ 7 ～ 9 が十分な機能を発揮できる程度に駆動されることが確保される。

【0059】

スターリング機関 4 の機関回転速度 N を、スターリング機関 4 の最大軸出力またはほぼ最大軸出力が得られる前記最適回転速度に設定する界磁調整器 15 を備えることにより、排気ガスの熱エネルギー状態に応じて、スターリング機関 4 の軸出力特性が変化する場合にも、スターリング機関 4 の機関回転速度 N は、軸出力特性において最大軸出力が得られる前記最適回転速度に設定されるので、発電機 3 は最大軸出力またはほぼ最大軸出力で駆動されて、発電機 3 から最大またはほぼ最大の電力が得られる。この結果、排気ガスの熱エネルギー回収が最大限行われると共に、十分な発電量によりコンプレッサ 6 およびポンプ 7 ～ 9 が電動機 2 で駆動される頻度が高められるので、内燃機関 1 の燃料消費量を一層減少させて、走行燃費が一層改善される。

【0060】

補機群 A は、クラッチ 10, 13 を有する伝動機構 T を介して内燃機関 1 のクランク軸 1a に連結され、クラッチ 10, 13 の接続および非接続により、コンプレッサ 6 およびポンプ 7 ～ 9 が内燃機関 1 および電動機 2 により択一的に駆動されると共に、電動機 2 により駆動される前記補機の数が変更されることにより、補機群 A を構成する 4 つの補機のうち、発電機 3 の発電量が全ての前記補機を電動機 2 で

駆動するには十分でないときにも、発電機3で得られる電力に応じて、電動機2により駆動される前記補機の数を変更することで、補機群Aのうちの一部の補機である3つのポンプ7～9が電動機2により補機を駆動され、残りの補機であるコンプレッサ6は内燃機関1により駆動される前記第2駆動形態で補機群Aが駆動されるので、その分、内燃機関1の燃料消費量が減少して、走行燃費が改善される。また、廃熱の熱エネルギーが小さいために、スターリング機関4の軸出力Lが小さくて発電機3から十分な電力が得られず、しかもバッテリー5の電力も補機を駆動するには十分でないときには、補機群Aが前記第1駆動形態で駆動されて、内燃機関1により補機群Aを確実に駆動することができる。

【0061】

補機群Aのうち、前記車両の走行および内燃機関1の運転に必須の補機である3つのポンプ7～9は、これらポンプ7～9に比べて使用頻度が低い補機であるコンプレッサ6とはクラッチ10により電動機2から分離可能であって、発電機3での発電量が十分でない場合にも、補機群Aの全ての前記補機のうち、これらポンプ7～9のみが電動機2により駆動される頻度が高められるように構成されていることにより、内燃機関1の燃料消費量の増加を極力抑制することができるので、走行燃費が改善される。

【0062】

また、電動機2で駆動される頻度が高いポンプ7～9は、内燃機関1の機関回転速度に依存することなく、各ポンプ7～9の回転速度を内燃機関1の負荷などに対応させて最適に設定できるので、各ポンプ7～9の機能を十分に発揮させることができる。特に、スターリング機関4の冷却器29₁、29₂に冷却水を供給するウォータポンプ8が、電動機2で駆動される頻度が高いことにより、排気ガスの熱エネルギーが小さい場合にも、ウォータポンプ8が電動機2で駆動されることにより、作動ガスを効果的に冷却することができる流量の冷却水を冷却器29₁、29₂に供給できるので、スターリング機関4の軸出力Lを増加させることができる。

【0063】

以下、前述した実施例の一部の構成を変更した実施例について、変更した構成

に関して説明する。

スターリング機関 4 は、単一のスターリング機関から構成されてもよく、3 以上のスターリング機関の組み合わせから構成される多段スターリング機関であってもよい。また、発電機 3 を駆動する出力軸は、前記実施例ではクランク軸 26 であったが、クランク軸 26 に駆動連結されて、その動力により回転駆動される回転軸であってもよい。さらに、前記実施例では、発電機 3 は、そのケーシングを含めて、クランクケース 22 により形成されるクランク室 23 内に收容されたが、発電機 3 のケーシング自体でクランクケースの一部を構成することもできる。その場合、第 1 機関 20₁ に属する第 1 クランクケース部分と第 2 機関 20₂ に属する第 2 クランクケース部分とが、それら第 1、第 2 クランクケース部分の間に配置される発電機 3 の前記ケーシングを介して結合されて、前記第 1 クランクケース部分、前記第 2 クランクケース部分および前記ケーシングからスターリング機関 4 のクランクケースが構成されてもよい。

【0064】

補機群 A を駆動する出力軸は、前記実施例ではクランク軸 1a であったが、クランク軸 1a に駆動連結されて、その動力により回転駆動される回転軸であってもよい。また、補機の数、1 であってもよく、また 4 以外の複数であってもよい。

【0065】

前記実施例では、第 1 機関の加熱器 27₁ から流出した排気ガスが、第 2 機関の加熱器 27₁ に流入するように構成されたが、両機関の加熱器 27₁、27₂ に、供給管 32 から排気ガスが直接供給されるように構成されてもよい。その場合、前記入口温度および前記質量流量は、排気ガスの、両加熱器 27₁、27₂ の入口でのものとなる。

【0066】

内燃機関 1 は、前記実施例では車両に使用されるものであったが、鉛直方向を指向するクランク軸を備える船外機等の船舶推進装置に使用されるものであってもよい。また、内燃機関 1 は、レシプロ式内燃機関以外の内燃機関、たとえばガスタービンであってもよく、さらに燃焼機関として外燃機関であってもよい。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施例を示し、内燃機関およびスターリング機関を備える動力装置の構成を説明するための模式図である。

【図 2】

図 1 のスターリング機関の縦断面図である。

【図 3】

図 2 のスターリング機関の平面図である。

【図 4】

図 2 のスターリング機関の軸出力特性を示すグラフである。

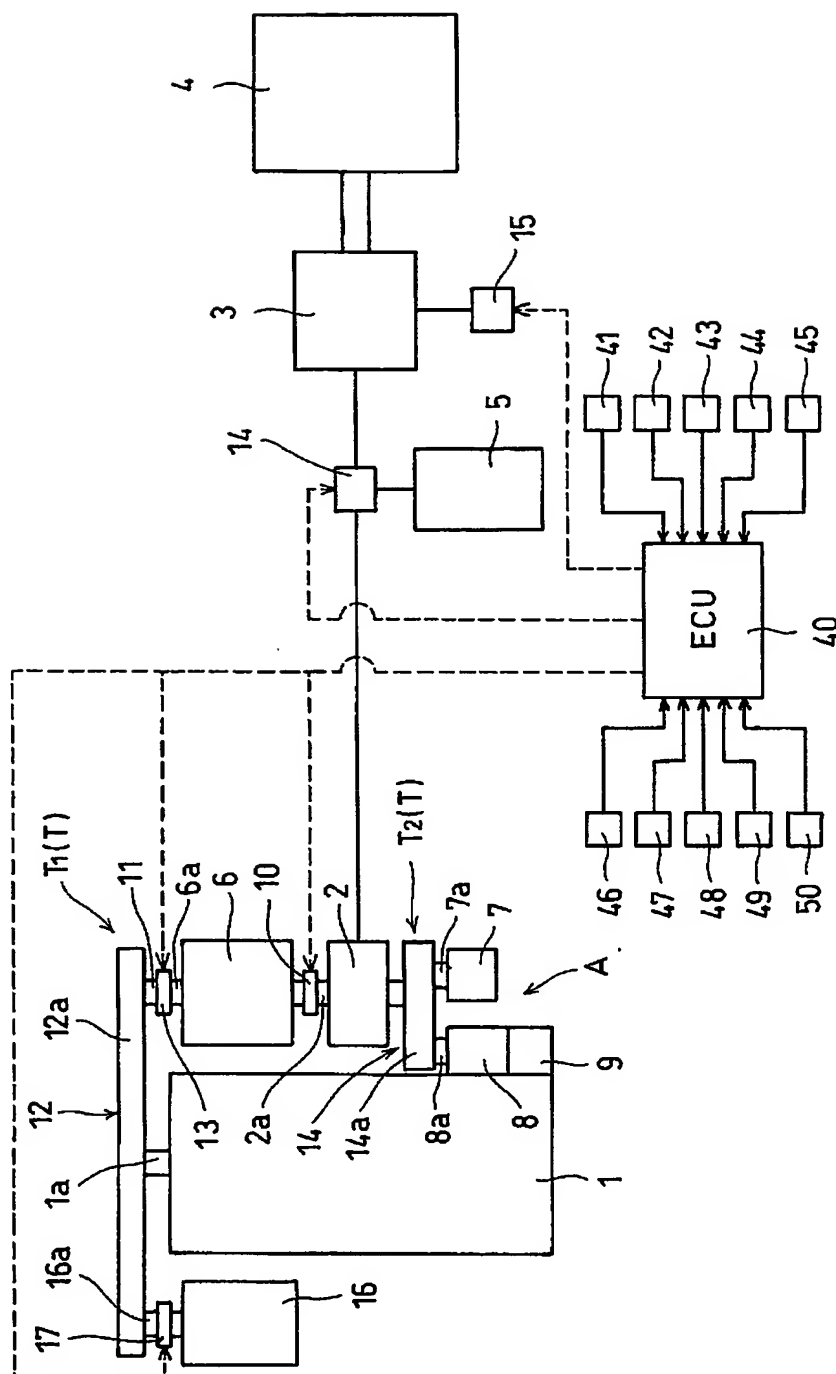
【符号の説明】

1…内燃機関、2…電動機、3…発電機、4…スターリング機関、5…バッテリー、6…コンプレッサ、7…パワステポンプ、8…ウォータポンプ、9…オイルポンプ、10…クラッチ、11…被動軸、12…伝達機構、13…クラッチ、14…制御器、15…界磁調整器、16…補助発電機、17…クラッチ、
20₁…第 1 機関、20₂…第 2 機関、21₁，21₂…シリンダ、22…クランクケース、23…クランク室、24₁，24₂…ディスプレイサピストン、25₁，25₂…パワーピストン、26…クランク軸、27₁，27₂…加熱器、28₁，28₂…再生器、29₁，29₂…冷却器、30₁，30₂…高温空間、31₁，31₂…低温空間、32…供給管、33…排出管、34…供給管、35…排出管、
40…E C U、41…回転速度センサ、42…発電量センサ、43…電圧センサ、44，45…温度センサ、46…回転速度センサ、47…エアフローセンサ、48…負荷センサ、49…機関温度センサ、50…大気温度センサ、
A…補機群、T…伝動機構、N…機関回転速度、L…軸出力。

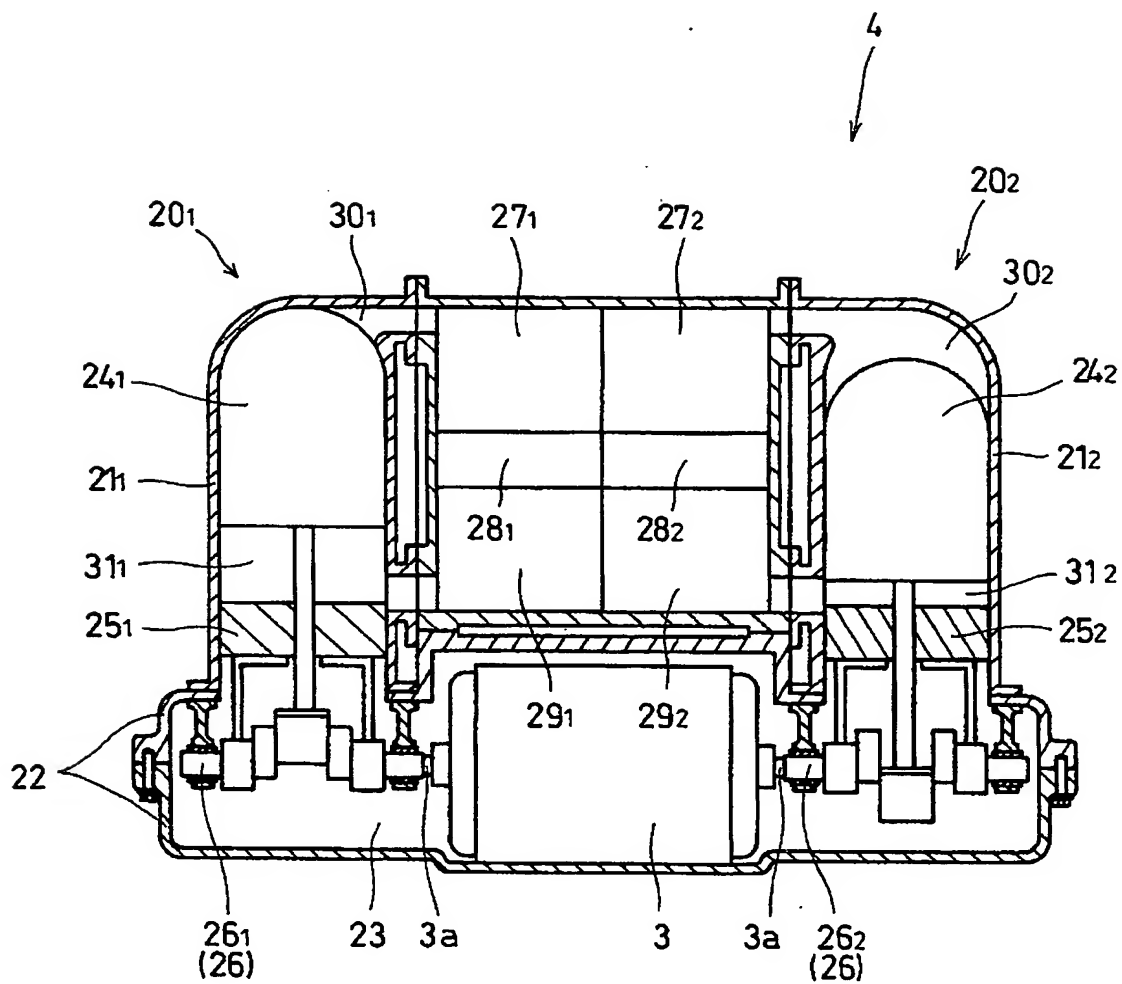
【書類名】

図面

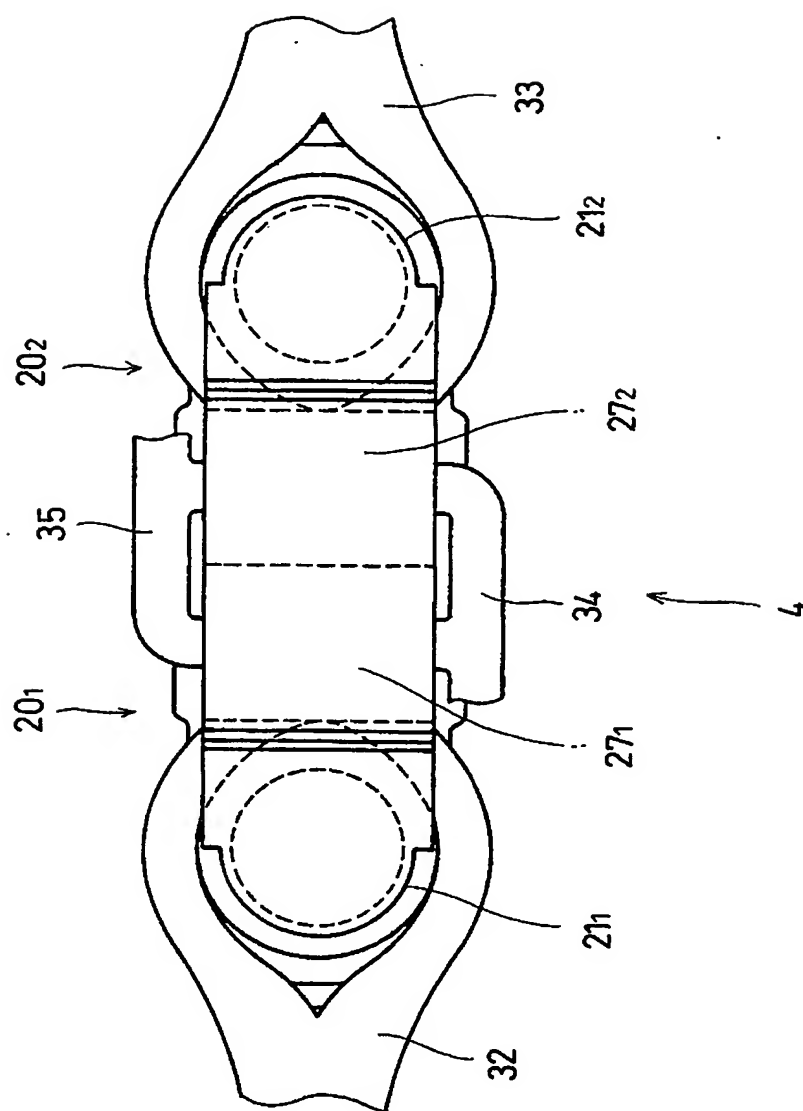
【図 1】



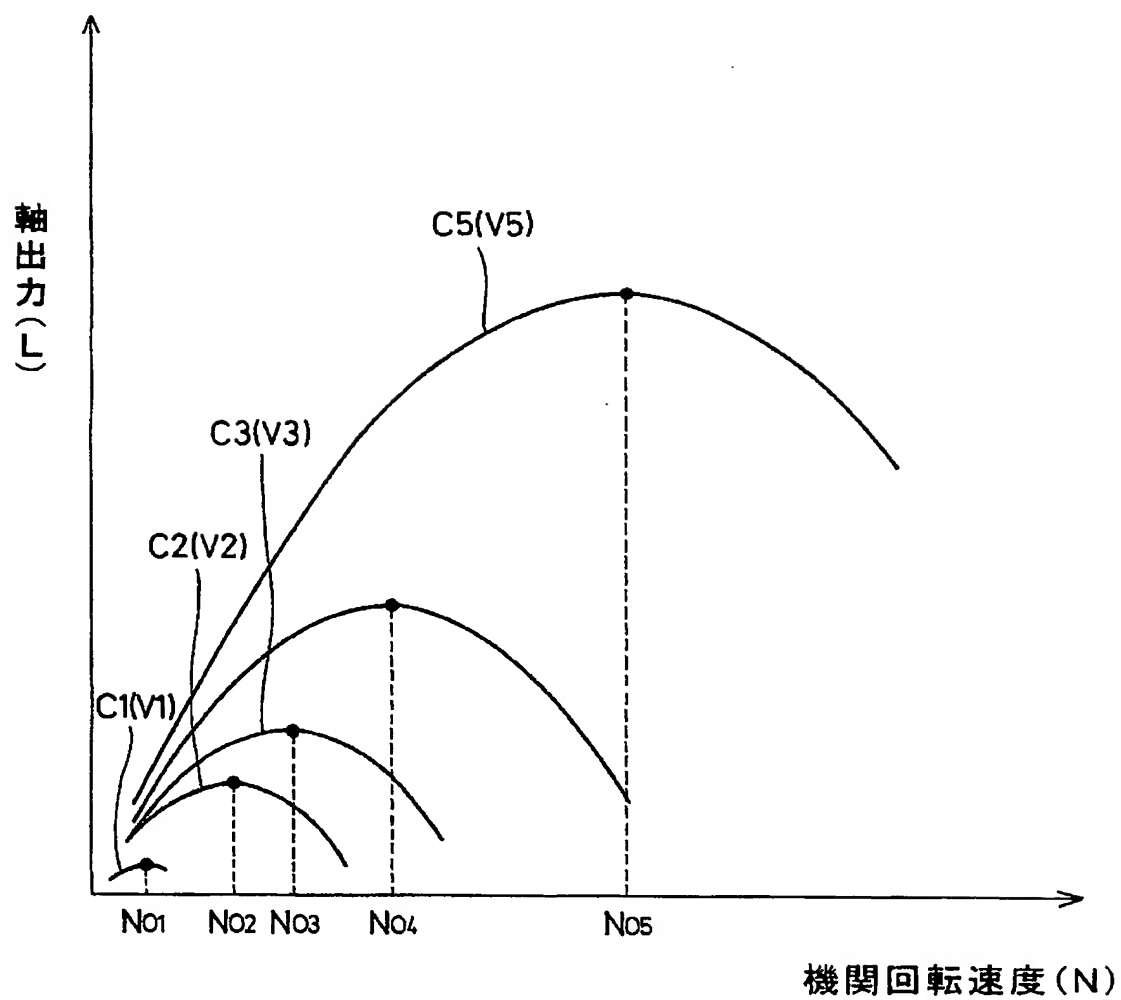
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 スターリング機関の高温熱源となる廃熱を放出する原動機としての燃焼機関の燃料消費量の減少を図ると共に、スターリング機関の軸出力が小さいときにも補機が十分な機能を発揮できる程度に駆動されることを確保する。

【解決手段】 動力装置は、車両の原動機としての内燃機関 1 と、発電機 3 を駆動するスターリング機関 4 とを備える。スターリング機関 4 の高温熱源は内燃機関 1 の排気ガスの熱であり、発電機 3 で発生した電力は、補機 6～9 を駆動する電動機 2 および電動機 2 に給電可能なバッテリー 5 に供給される。スターリング機関 4 の機関回転速度は、発電機 3 の負荷を制御する界磁調整器 15 により制御されて、スターリング機関 4 の最大軸出力またはほぼ最大軸出力が得られる最適回転速度に設定される。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2003-131787
受付番号	50300771202
書類名	特許願
担当官	第三担当上席 0092
作成日	平成15年 5月12日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成15年 5月 9日
-------	-------------

次頁無

特願 2 0 0 3 - 1 3 1 7 8 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 3 2 6]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 9 月 6 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都港区南青山二丁目 1 番 1 号

氏 名

本田技研工業株式会社